

**KAJIAN JAMUR ENTOMOPATOGEN *Metarhizium anisopliae* SEBAGAI ENDOFIT TANAMAN PAKCOY DAN PENGARUHNYA TERHADAP HAMA *Plutella xylostella***

Oleh  
**NILUH WEDAYANTI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG**

**2018**

**KAJIAN JAMUR ENTOMOPATOGEN *Metarhizium anisopliae* SEBAGAI ENDOFIT TANAMAN PAKCOY DAN PENGARUHNYA TERHADAP HAMA *Plutella xylostella***

**OLEH  
NILUH WEDAYANTI  
145040201111181**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

**SKRIPSI**  
**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh**  
**Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
MALANG  
2018**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Malang, Agustus 2018

Niluh Wedayanti

**LEMBAR PERSETUJUAN**

Judul Penelitian : Kajian Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae*  
Sebagai Endofit Pada Tanaman Pakcoy dan Pengaruhnya  
Terhadap Hama *Plutella xylostella*

Nama Mahasiswa : Niluh Wedayanti

NIM : 145040201111181

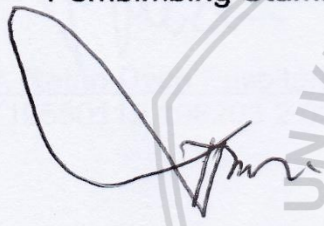
Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

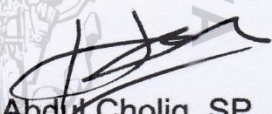
Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

  
Dr. Ir. Toto Himawan, SU.

NIP. 19551119 198303 1 002

  
Fery Abdul Choliq, SP., MP., M.Sc

NIK. 201503 860523 1 001

Diketahui,

Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan



Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS

NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :



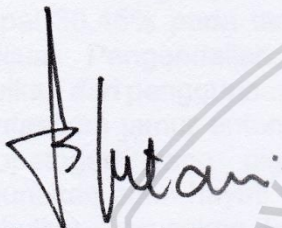
## LEMBAR PENGESAHAN

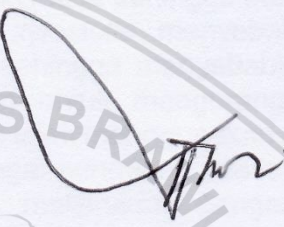
Mengesahkan

### MAJELIS PENGUJI

Penguji I

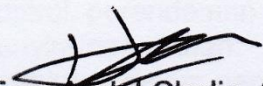
Penguji II

  
Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS  
NIP. 19580112 198203 2 002

  
Dr. Ir. Toto Himawan, SU  
NIP. 19551119 198303 1 002

Penguji III

Penguji IV

  
Fery Abdul Choliq, SP., MP., M.Sc  
NIK. 201503 860523 1 001

  
Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS  
NIP. 19590705 198601 1 003

Tanggal Lulus: 28 SEP 2018

## RINGKASAN

**Niluh Wedayanti. 145040201111181. Kajian Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* Sebagai Endofit Tanaman Pakcoy dan Pengaruhnya Terhadap Hama *Plutella xylostella*. Disusun di bawah bimbingan Dr. Ir. Toto Himawan, SU. sebagai Pembimbing Utama dan Fery Abdul Choliq, SP., MP., M.Sc sebagai Pembimbing Pendamping.**

Pakcoy *Brassica rapa* var. *chinensis* merupakan tanaman sayur-sayuran yang masih termasuk dalam keluarga Brassicaceae. Dalam budidaya yang dilakukan oleh petani terdapat beberapa kendala yaitu adanya gangguan hama yang menyerang tanaman pakcoy seperti ulat daun *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) dan ulat grayak *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae). Kedua hama ini menyerang daun muda sehingga menyebabkan daun menjadi berlubang. Serangan hama *P. xylostella* menyebabkan kerusakan mencapai 38,45% pada tanaman pakcoy sehingga menyebabkan produk tidak laku dijual. Pengendalian yang dilakukan untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan dari penggunaan pestisida kimia ialah menggunakan agen hayati yang memanfaatkan jamur entomopatogen sebagai pengganti pestisida kimia. Jamur entomopatogen yang digunakan untuk melakukan pengendalian dengan menggunakan agen hayati yang berfungsi untuk mengendalikan serangga tanpa menimbulkan kerusakan lingkungan. Jamur *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin (Moniliales: Moniliaceae) merupakan jamur entomopatogen karena dapat menyebabkan kelumpuhan dan kematian pada serangga dan tidak menimbulkan kerusakan pada lingkungan. Jamur *M. anisopliae* efektif digunakan sebagai endofit pada tanaman kanola dan berpengaruh terhadap kematian *P. xylostella*. Berdasarkan permasalahan diatas perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang potensi jamur *M. anisopliae* sebagai endofit tanaman pakcoy dan pengaruhnya terhadap hama ulat *P. xylostella*.

Penelitian dilakukan di Kampung Organik Brenjonk Kecamatan Trawas, Kabupaten Mojokerto serta Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas pertanian Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Februari - Juni 2018. Penelitian yang dilakukan 2 tahap pengujian. Pengujian pertama dengan metode inisiasi *M. anisopliae* pada tanaman pakcoy dengan 4 perlakuan dan 6 ulangan. Perlakuan yang digunakan, yaitu kontrol, perendaman benih, penyiraman tanah, kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah. Hasil evaluasi pada metode inisiasi digunakan sebagai perlakuan dalam pengujian kedua yaitu perlakuan kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah. Evaluasi keberhasilan inisiasi jamur *M. anisopliae* dilakukan dengan mengisolasi bagian daun dan akar tanaman pakcoy. Pengujian kedua dilakukan untuk menguji pengaruh *M. anisopliae* sebagai endofit tanaman pakcoy terhadap intensitas kerusakan serangan ulat *P. xylostella* dengan 2 perlakuan dan 16 ulangan. Perlakuan yang digunakan, yaitu kontrol dan tanaman pakcoy yang diinisiasi jamur *M. anisopliae*.

Jamur *M. anisopliae* merupakan jamur entomopatogen yang berpotensi sebagai jamur endofit pada tanaman pakcoy. Hasil isolasi bagian daun dan akar tanaman pakcoy umur 14 HSS, 21 HSS dan 28 HSS menunjukkan pertumbuhan awal koloni jamur lebih cepat dan dapat memacu pertumbuhan tanaman pakcoy. Jamur *M. anisopliae* diduga mengandung senyawa yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman pakcoy. Aktivitas endofit jamur *M. anisopliae* pada tanaman pakcoy menunjukkan penurunan intensitas kerusakan 12,55% dan menyebabkan kematian pada hama *P. xylostella* 43,75%.



## SUMMARY

**Niluh Wedayanti. 145040201111181. Study of Entomopathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae* As Endophytic Plant of Pakcoy and the Effect on *Plutella xylostella* . Under the guidance of Dr. Ir. Toto Himawan, SU. as Supervisor and Fery Abdul Choliq, SP., MP., M.Sc as Supervising Counselor.**

Pakcoy *Brassica rapa* var. *chinensis* is a vegetable which include in the Brassicaceae family. In the cultivation conducted by the farmers there are some obstacles that disruption of pests that attack the plants such as caterpillars Pakcoy *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) and grayak caterpillars *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae). Both of these pests attack young leaves involve the leaves to be perforated. *P. xylostella* pest attacks cause 38.45% damage to the pakcoy plant causing the product to sell. Control done to reduce the impact caused by the use of pesticides chemical and biological using the use of pesticides entomopatogen instead of chemical. Fungi entomopatogen used to perform controlling by using the biological that serves to control insects without causing environmental damage. Fungi *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin (moniliales: moniliaceae) is fungous entomopatogen because can cause paralysis and death in insects and does not cause damage to the environment. Fungi *M. anisopliae* effective as endofit in plants kanola and influential toward death *P. xylostella*. Based on problems above needs to be done further research about potential fungi *M. anisopliae* as endofit plants pakcoy and its effect on pest caterpillar *P. xylostella*.

The research was conducted in Brenjonk Organic Village, Trawas Subdistrict, Mojokerto Regency and Plant Disease Laboratory, Department of Plant Pest and Disease, Faculty of Agriculture Brawijaya University, Malang. The research was conducted from February to June 2018. Research conducted 2 stage of testing. Testing first with the initiation *M. anisopliae* in plants pakcoy with 4 treatment and 6 replication. Those who used, namely control, soaking seeds, ground watering, combination soaking seeds and ground watering. The evaluation initiation on method used as treatment in testing both the treatment combination soaking seeds and watering land. The evaluation results on method initiation used as treatment in testing both the treatment a combination of soaking the seed and land basin. Evaluation the success of initiation fungi *M. anisopliae* done to isolate a foliar part and the root of a plant pakcoy. A second set of tests done to test the influence of *M. anisopliae* as endofit plant pakcoy attack against the intensity of damage caterpillar *P. xylostella* with 2 treatment and 16 replication. Treatment used ,control and pakcoy plants that were initiated fungi *M. anisopliae*.

*M. anisopliae* fungus is an entomopathogenic fungus that has the potential of endophytic fungi in the pakcoy plant. The results of isolation from the leaves and roots of plants aged 14 HSS, 21 HSS and 28 HSS showed early growth of fungal colonies can spur faster growth of plant pakcoy. *M. anisopliae* fungus contains compounds that can increase the growth of pakcoy plants. The endophytic activity of *M. anisopliae* fungi on the pakcoy plant showed a decrease in damage intensity of 12.55% and involve death of *Plutella xylostella* pests of 43,75%.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmad dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian dengan judul Kajian Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* Sebagai Endofit Tanaman Pakcoy dan Pengaruhnya Terhadap Hama *Plutella xylostella*. Hal ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh guna mendapatkan gelar sarjana di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Toto Himawan, SU selaku dosen pembimbing utama dan Fery Abdul Choliq, SP., MP., M.Sc selaku dosen pembimbing pendamping, yang telah meluangkan waktunya untuk mendidik, membimbing dan memberi pengarahan kepada penulis dalam menyusun serta menyelesaikan skripsi ini,
2. Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS selaku Ketua Majelis dan Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk mendidik, membimbing dan memberi pengarahan kepada penulis dalam menyusun serta menyelesaikan skripsi ini,
3. Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya,
4. Kedua orang tua Bapak I Ketut Pande Waraspati dan Ibu Ni Made Erna Juwita dan adikku yang selalu memberikan nasehat, dukungan dan doa,
5. Ketua dan staf Komunitas Pertanian Organik Brenjonk yang telah membantu dan memfasilitasi penulis dalam melaksanakan kegiatan penelitian hingga selesai,
6. Errista Sherly D.P, Aziziah Saloka, SP., Octaviasari Purnama dan Habib Musa sebagai teman yang memberikan dukungan dan semangat.

Penulis berharap semoga skripsi bermanfaat bagi pembaca.

Malang, Agustus 2018

Penulis



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Seputih Mataram pada tanggal 08 Agustus 1996 sebagai putri pertama dari tiga bersaudara dari bapak I Ketut Pande Waraspati dan Ni Made Erna Juwita.

Penulis menempuh pendidikan dasar di TK Abadi Perkasa Kabupaten Tulang Bawang pada tahun 2000 sampai tahun 2002, penulis melanjutkan ke SD Abadi Perkasa Kabupaten Tulang Bawang pada tahun 2002 sampai tahun 2008, kemudian penulis melanjutkan ke SMP Abadi Perkasa Kabupaten Tulang Bawang pada tahun 2008 sampai 2010 dan pindah ke SMP N1 Seputih Mataram Kabupaten Lampung Tengah pada tahun 2010 sampai tahun 2011. Pada tahun 2011 sampai tahun 2014 penulis studi SMA YP UNILA Provinsi Lampung. Pada tahun 2014 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program studi Agroekoteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah mengikuti kepanitiaan HBC 2015 sebagai staf Divisi Rohani dan Raja Brawijaya 2016 sebagai staf Divisi Kesehatan.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>i</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Hipotesis .....	3
1.4 Manfaat .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Tanaman Pakcoy ( <i>Brassica rapa</i> var. <i>chinensis</i> ) .....	4
2.2 <i>Plutella xylostella</i> .....	4
2.3 Jamur Entomopatogen .....	6
2.4 <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	7
2.5 Jamur Endofit .....	8
2.6 Jamur <i>Metarhizium anisopliae</i> sebagai Jamur Endofit .....	9
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>10</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	10
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	10
3.3 Metode Penelitian .....	10
3.4 Analisis Data .....	14
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>15</b>
4.1 Hasil .....	15
4.2 Pembahasan .....	18
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>22</b>
5.1 Kesimpulan .....	22
5.2 Saran .....	22
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>23</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>26</b>

## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perlakuan uji metode inisiasi <i>M. anisopliae</i> pada tanaman pakcoy .....	12
2.	Pengujian pengaruh <i>M. anisopliae</i> sebagai endofit tanaman pakcoy terhadap intensitas kerusakan serangan ulat <i>P. xylostella</i> .....	13
3.	Hasil isolasi dari bagian daun tanaman pakcoy pada berbagai umur tanam terhadap munculnya koloni jamur <i>M. anisopliae</i> .....	16
4.	Hasil isolasi dari bagian akar tanaman pakcoy pada berbagai umur tanam terhadap munculnya koloni jamur <i>M. anisopliae</i> .....	16
5.	Rerata tinggi tanaman pakcoy .....	17
6.	Intensitas kerusakan tanaman pakcoy yang disebabkan <i>P. xylostella</i> .....	18
7.	Mortalitas <i>P. xylostella</i> .....	18
Lampiran		
1.	Analisis ragam rata-rata tinggi tanaman pakcoy umur 14 HSS .....	27
2.	Analisis ragam rata-rata tinggi tanaman pakcoy umur 21 HSS .....	27
3.	Analisis ragam rata-rata tinggi tanaman pakcoy umur 28 HSS .....	27
4.	Analisis uji T intensitas kerusakan tanaman pakcoy.....	28



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Fase hidup <i>P. xylostella</i> . a: telur; b: larva; c: pupa; d: Imago (Capinera, 2012) .....	5
2.	Gejala kerusakan serangan hama <i>P. xylostella</i> (Sastrosiswojo, 2005).....	6
3.	Koloni jamur <i>M. anisopliae</i> pada media PDA umur 7 hari setelah isolasi (HSI). a: pada bagian daun; b: pada bagian akar .....	15
4.	Mikroskopis jamur <i>M. anisopliae</i> .....	15
5.	Intensitas kerusakan daun tanaman pakcoy akibat serangan <i>P. xylostella</i> . a: tanpa inisiasi jamur <i>M. anisopliae</i> ; b: inisiasi jamur <i>M. anisopliae</i> .....	18
6.	<i>P. xylostella</i> yang mati pada tanaman pakcoy yang terendofit jamur <i>M. anisopliae</i> .....	21

## Lampiran

1.	Jamur <i>M. anisopliae</i> pada daun tanaman pakcoy umur 14 HSS di masing-masing perlakuan. a: perendaman benih pada 4 HSI; b: penyiraman tanah pada 4 HSI; c: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 4 HSI; d: perendaman benih pada 7 HSI; e: penyiraman tanah pada 7 HSI; f: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 7 HSI.....	28
2.	Jamur <i>M. anisopliae</i> pada daun tanaman pakcoy umur 21 HSS di masing-masing perlakuan. a: perendaman benih pada 4 HSI; b: penyiraman tanah pada 3 HSI; c: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 3 HSI; d: perendaman benih pada 7 HSI; e: penyiraman tanah pada 7 HSI; f: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 7 HSI.....	29
3.	Jamur <i>M. anisopliae</i> pada daun tanaman pakcoy umur 28 HSS di masing-masing perlakuan. a: perendaman benih pada 3 HSI; b: penyiraman tanah pada 3 HSI; c: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 3 HSI; d: perendaman benih pada 7 HSI; e: penyiraman tanah pada 7 HSI; f: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 7 HSI.....	30
4.	Jamur <i>M. anisopliae</i> pada akar tanaman pakcoy umur 14 HSS di masing-masing perlakuan. a: perendaman benih pada 4 HSI; b: penyiraman tanah pada 4 HSI; c: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 4 HSI; d: perendaman benih pada 7 HSI; e: penyiraman tanah pada 7 HSI; f: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 7 HSI.....	31
5.	Jamur <i>M. anisopliae</i> pada akar tanaman pakcoy umur 21 HSS di masing-masing perlakuan. a: perendaman benih pada 4 HSI; b: penyiraman tanah pada 3 HSI; c: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 3 HSI; d: perendaman benih pada 7 HSI; e: penyiraman tanah pada 7 HSI; f: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 7 HSI.....	32

6. Jamur *M. anisopliae* pada akar tanaman pakcoy umur 28 HSS di masing-masing perlakuan. a: perendaman benih pada 3 HSI; b: penyiraman tanah pada 3 HSI; c: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 3 HSI; d: perendaman benih pada 7 HSI; e: penyiraman tanah pada 7 HSI; f: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 7 HSI..... 33
7. Tinggi tanaman pakcoy umur 14 HSS pada masing-masing perlakuan. a: perendaman benih dan penyiraman tanah dengan aquades, b: perendaman benih dalam isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml, c: penyiraman tanah dengan isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml, d: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah dengan isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml ..... 33
8. Tinggi tanaman pakcoy umur 21 HSS pada masing-masing perlakuan. a: perendaman benih dan penyiraman tanah dengan aquades, b: perendaman benih dalam isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml, c: penyiraman tanah dengan isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml, d: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah dengan isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml ..... 34
9. Tinggi tanaman pakcoy umur 28 HSS pada masing-masing perlakuan. a: perendaman benih dan penyiraman tanah dengan aquades, b: perendaman benih dalam isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml, c: penyiraman tanah dengan isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml, d: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah dengan isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml ..... 34

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pakcoy *Brassica rapa* var. *chinensis* merupakan tanaman sayur-sayuran yang masih termasuk dalam keluarga Brassicaceae. Pakcoy merupakan tanaman berumur pendek yaitu lebih kurang 45 hari sudah dapat dipanen. Pada umumnya pakcoy digunakan sebagai bahan sup atau hiasan. Tanaman ini dapat dibudidayakan pada daerah dataran rendah dan dataran tinggi yang memiliki cukup sinar matahari, aerasi yang baik dan pH tanah 5,5-6 (Bobihoe dan Edi, 2010).

Dalam budidaya yang dilakukan oleh petani terdapat beberapa kendala yaitu adanya gangguan hama yang menyerang tanaman pakcoy seperti ulat daun *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) dan ulat grayak *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae). Kedua hama ini menyerang daun muda sehingga menyebabkan daun menjadi berlubang (Zulkarnain, 2013).

Ulat daun *P. xylostella* merupakan hama utama yang sangat merusak tanaman dari keluarga Brassicaceae seperti kubis, sawi, pakcoy dan kailan. Serangan hama *P. xylostella* menyebabkan kerusakan mencapai 38,45% pada tanaman pakcoy sehingga menyebabkan produk tidak laku dijual (Herlinda, 2003). *P. xylostella* merupakan hama yang menyerang tanaman mulai dari awal tumbuh sampai panen. Pada tingkat serangan yang tinggi kehilangan hasil yang diakibatkan dapat mencapai 100% terutama pada musim kemarau sehingga menyebabkan gagal panen (Setiawati, 2000).

Upaya pengendalian yang dilakukan petani sampai sekarang masih menggunakan pestisida kimia. Meningkatnya penggunaan pestisida kimia menimbulkan dampak negatif pada lingkungan seperti hilangnya musuh alami, terjadinya resistensi hama, resurgensi dan munculnya hama sekunder. Dalam mengurangi dampak yang ditimbulkan dari penggunaan pestisida kimia dapat dilakukan pengendalian dengan menggunakan agen hayati dengan memanfaatkan jamur entomopatogen sebagai pengganti pestisida kimia yang diharapkan dapat memberikan solusi untuk pengendalian serangga tanpa menimbulkan kerusakan lingkungan (Nurhayati, 2011).

Adanya jamur entomopatogen di lahan pertanian dapat menyebabkan kematian serangga hama. Jamur ini mampu menginfeksi serangga dengan cara masuk kedalam tubuh serangga inang melalui kulit, saluran pencernaan, spirakel



dan lubang lainnya. Penetrasi jamur dilakukan secara mekanis dan atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim atau toksin. Jamur akan berkembang dalam tubuh inang dan menyebar keseluruh jaringan tubuh sehingga menyebabkan serangga mati (Faisal, 2012). Salah satu jamur yang digunakan sebagai agen hayati adalah *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin (Moniliales: Moniliaceae) (Yanti, 2013).

Jamur *M. anisopliae* merupakan jamur entomopatogen karena memiliki aktivitas larvasida karena menghasilkan cyclopeptide, destruxin A, B, C, D, E dan desmethyldestruxin B<sup>9</sup>. Jamur *M. anisopliae* menghasilkan endotoksin yang mematikan yaitu destruxins yang menyebabkan kelumpuhan dan kematian pada serangga (Widiyanti dan Muyadihardja, 2004). Penggunaan aplikasi jamur entomopatogen *M. anisopliae* dapat menyebabkan mortalitas pada *S. litura* (Prayogo *et al.*, 2005). Selain itu, jamur *M. anisopliae* efektif digunakan sebagai endofit pada tanaman kanola dan berpengaruh terhadap mortalitas *P. xylostella* (Batta, 2013). Mekanisme jamur penetrasi ke dalam jaringan tanaman melalui bulu-bulu akar masuk bersama air dan unsur-unsur lain yang ada didalam tanah melewati sel-sel kortek, sel-sel epidermis, perisikel dan akhirnya masuk kedalam pembuluh xylem (Fatahudin, 2013).

Pengendalian yang dilakukan untuk mengurangi dampak kerusakan yang disebabkan oleh penggunaan pestisida kimia dapat dilakukan dengan memanfaatkan agen hayati yaitu jamur entomopatogen *M. anisopliae*. Penggunaan jamur ini dilakukan untuk mengurangi kerusakan lingkungan, dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan memiliki toksin yang dapat menyebabkan kelumpuhan pada serangga dengan mengendofit tanaman. Berdasarkan permasalahan diatas perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji potensi jamur *M. anisopliae* sebagai endofit tanaman pakcoy dan pengaruhnya terhadap hama ulat *P. xylostella*.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengkaji potensi jamur *M. anisopliae* sebagai endofit tanaman pakcoy.
2. Mengkaji metode inisiasi jamur *M. anisopliae* yang tepat pada tanaman pakcoy dengan perlakuan perendaman benih dalam isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml, penyiraman tanah dengan isolat jamur

*M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konisia/ml dan kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah dengan isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml.

3. Mengkaji potensi jamur *M. anisopliae* terhadap penurunan intensitas kerusakan yang disebabkan oleh *P. xylostella*.

### 1.3 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Jamur *M. anisopliae* memiliki aktivitas sebagai endofit pada tanaman pakcoy.
2. Metode kombinasi inisiasi antara perendaman benih dan penyiraman tanah dengan isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml pada tanaman pakcoy dapat meningkatkan keberadaan jamur *M. anisopliae* pada jaringan tanaman.
3. Tanaman pakcoy yang terendofit jamur *M. anisopliae* dapat menekan intensitas kerusakan yang disebabkan *P. xylostella*.

### 1.4 Manfaat

Manfaat yang diberikan dari hasil penelitian ini adalah untuk memberikan informasi mengenai potensi jamur *M. anisopliae* sebagai endofit pada tanaman pakcoy, pengaruhnya terhadap intensitas kerusakan yang disebabkan ulat daun *P. xylostella* dan digunakan sebagai komponen dalam manajemen tanaman sehat.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* var. *chinensis*)

Klasifikasi tanaman pakcoy (*Brassica rapa* var. *chinensis*) adalah sebagai berikut: kingdom: Plantae, subkingdom: Tracheobiota, superdivisi: Spermatophyta, divisi: Magnoliophyta, kelas: Magnoliopsida, subkelas: Dilleniidae, ordo: Capparales, famili: Brassicaceae, genus: *Brassica*, spesies: *Brassica rapa*, subspecies: *Brassica rapa* var. *chinensis* (USDA, 2004) .

Pakcoy merupakan tanaman yang berasal dari daratan China yang kemudian menyebar keseluruh Asia. Tanaman pakcoy memiliki tangkai daun tanaman berwarna hijau muda atau putih. Daun tanaman berbentuk oval, berwarna hijau tua dan mengkilap dan tidak membentuk krop (Haryanto, 2006).

Tanaman pakcoy dapat tumbuh baik pada tempat yang memiliki udara panas maupun udara dingin sehingga tanaman ini dapat dibudidayakan pada daerah dataran rendah maupun dataran tinggi. Tanaman pakcoy dapat dibudidayakan pada ketinggian 5-1200 mdpl. Tanah yang baik untuk ditanami pakcoy yaitu memiliki tanah yang gembur, banyak mengandung humus, dan memiliki drainase yang baik karena tanaman ini tidak dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang memiliki genangan air (Sutirman, 2011). Tanaman pakcoy dapat tumbuh baik suhu optimum antara 10-25°C dan kelembapan yang relative tinggi. Jika suhu udara melebihi 27°C dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Pakcoy dapat dipanen ketika sudah berumur sekitar 30-40 HST (Sutirman, 2011).

### 2.2 *Plutella xylostella*

#### 2.2.1 Klasifikasi *P. xylostella*

Klasifikasi hama ulat daun *P. xylostella* adalah sebagai berikut: kingdom: Animalia, filum: Arthropoda, kelas: Insecta, ordo: Lepidoptera, famili: Plutellidae, genus: *Plutella*, spesies: *Plutella xylostella* L. (Borror et al., 2005).

#### 2.2.2 Bioekologi *P. xylostella*

Siklus hidup hama *P. xylostella* mulai dari telur sampai menjadi pupa antara 25-30 hari tergantung cuaca dilingkungan sekitar. Ngengat *P. xylostella* berwarna coklat dan pada sayap depan terdapat tiga buah lekukan yang berwarna putih yang menyeruai berlian. Serangga ini aktif pada sore hingga malam hari pada fase ini ngengat betina akan sekali berkopulasi. Ngengat akan meletakkan telurnya satu per satu atau secara kelompok (Capinera, 2012).

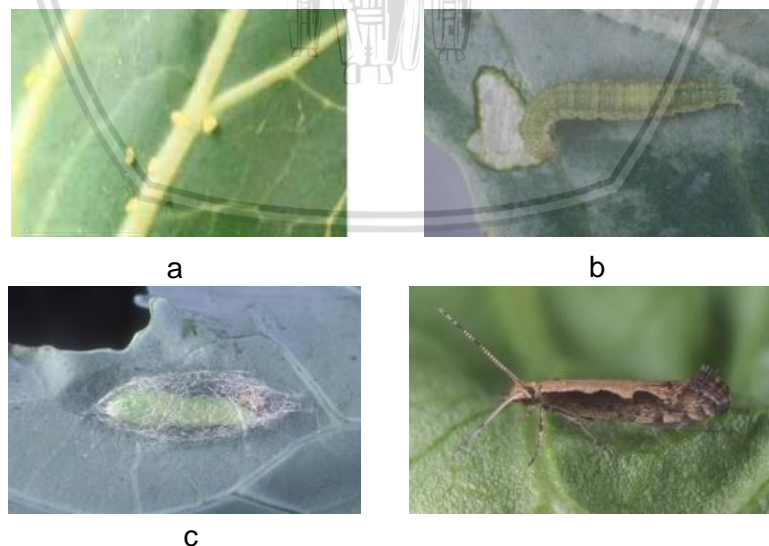


Telur *P. xylostella* berbentuk lonjong dan rata, dan berukuran panjang 0.44 mm dan lebar 0.26 mm (Gambar 1a). Telur berwarna kuning atau hijau pucat dan biasanya telur diletakkan satu per satu atau berkelompok dengan jumlah kecil mulai dari dua sampai delapan telur pada permukaan daun (Capinera, 2012).

Larva *P. xylostella* memiliki empat instar. Rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam perkembangan empat instar larva yaitu 4.5 (3-7), 4 (2-7), 4 (22-8) dan 5 (2-10) hari. Pada instar satu larva berwarna hijau muda dan akan berubah menjadi hijau tua (Gambar 1b). Pada bagian tubuh terdapat sedikit bulu halus. Larva memiliki 5 pasang kaki semu (Capinera, 2012).

Pupa merupakan pupasi yang terjadi didalam kokon yang terbentuk dari benang-benang sutra biasanya terjadi pada bagian permukaan daun (Gambar 1c). Pupa memiliki warna kekuning-kuningan dan berukuran panjang 7-9 mm. Waktu yang dibutuhkan dari larva menjadi pupa antara 5-15 hari (Capinera, 2012).

Ngengat *P. xylostella* memiliki bentuk tubuh yang kecil, ramping dan berwarna coklat ke abuan (Gambar 1d). Panjang tubuh ngengat sekitar 6 mm dan terdapat garis lebar berwarna coklat muda. Ngengat betina dapat hidup selama 12-16 hari dan meletakkan telur 10 hari sekali. Ngengat tidak dapat terbang jauh biasanya hanya dapat terbang sekitar 2 m dan tidak dapat terbang jauh (Capinera, 2012).



Gambar 1. Fase hidup *P. xylostella*. a: telur; b: larva; c: pupa; d: Imago (Capinera, 2012)

### 2.2.3 Kisaran inang dan gejala serangan *P. xylostella*

*P. xylostella* merupakan hama utama yang menyerang tanaman kubis putih dan kubis lainnya seperti kubis merah, bunga kol, kailan, selada air, sawi dan lain-lain. Selain itu, gulma kubis-kubisan juga dapat dijadikan inang alternatif hama *P. xylostella* seperti *Capsella bursa pastoris* (L.) (Brassicaceae), *Cardamine hirsute* L. (Brassicaceae), *Brassica pachypoda* Thell. (Brassicaceae), *Nasturtium officinale* L. (Brassicaceae) dan *Lepidium* sp. L. (Brassicaceae). (Sastrosiswojo, 2005). Serangga biasanya merusak tanaman kubis muda. Selain itu, hama ini juga merusak tanaman kubis yang sedang membentuk krop. *P. xylostella* bersifat oligofag dan menyerang tanaman mulai dari persemaian sampai panen. Larva *P. xylostella* instar ketiga dan keempat memakan permukaan bawah daun kubis dan meninggalkan lapisan epidermis bagian atas. Jika pada tingkat populasi yang tinggi, akan terjadi kerusakan berat pada tanaman kubis, sehingga yang tertinggal hanya tulang daun kubis (Gambar 2). Serangan yang tinggi ini menyebabkan tanaman kubis gagal panen (Sastrosiswojo, 2005). Kehilangan hasil yang disebabkan oleh serangan hama ini mencapai 100% pada musim kemarau (Setiawati, 2000).



Gambar 2. Gejala kerusakan serangan hama *P. xylostella* (Sastrosiswojo, 2005)

## 2.3 Jamur Entomopatogen

Entomopatogen merupakan suatu kelompok mikroorganisme yang berpotensi menjadi pantogen pada jenis-jenis serangga. Sekitar 400-500 spesies jamur memiliki sifat patogen terhadap serangga, jamur entomopatogen yang sering digunakan yaitu *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Ascomycota: Ascomycetes) dan *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sorokin (Moniliales: Moniliaceae) (Yanti, 2013). Jamur entomopatogen memiliki sifat sebagai toksin dan parasit. Jamur ini memiliki sifat spesifik terhadap target tertentu dan memiliki resiko yang rendah pada serangga non target (Shahid *et al.*, 2012).

Jamur entomopatogen ini dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok berdasarkan cara meracun serangga target yaitu jamur menyerang serangga target dengan menggunakan racun untuk melumpuhkan pertahanan alami tubuh serangga dan jamur yang cenderung menyerang serangga dengan sedikit atau tanpa racun (Shahid *et al.*, 2012). Kematian serangga akibat serangan jamur entomopatogen sangat dipengaruhi oleh jumlah konidia yang diinokulasikan, keadaan suhu dan kelembapan lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan jamur. Toksin yang dihasilkan oleh jamur entomopatogen memegang peranan yang penting dalam membunuh inang dengan cara merusak struktur organik, sehingga terjadi dehidrasi dalam sel dan menyebabkan tidak terjadinya regenerasi jaringan dalam tubuh inang (Gillespie, 1988). Selain itu, penggunaan jamur entomopatogen mampu sebagai agen biokontrol dan memiliki beberapa keuntungan dibandingkan menggunakan pestisida kimia. Keuntungannya meliputi biaya rendah, efisiensi tinggi, aman bagi organisme menguntungkan, pengurangan residu di lingkungan dan peningkatan keanekaragaman hayati (Lacey *et al.*, 2001).

#### **2.4 *Metarhizium anisopliae***

Jamur *M. anisopliae* merupakan salah satu jamur entomopatogen. Jamur ini biasanya disebut dengan *green muscardine fungus* dan tersebar diseluruh dunia. *M. anisopliae* telah lama digunakan sebagai agen hayati dan dapat menginfeksi beberapa jenis serangga antara lain dari ordo Coleoptera, Lepidoptera, Homoptera, Hemiptera dan Isoptera (Strack, 2003). Jamur ini pertama kali digunakan untuk mengendalikan kumbang kelapa lebih dari 85 tahun yang lalu dan sejak itu digunakan di beberapa negara termasuk Indonesia. Jamur ini bersifat parasit pada berbagai jenis serangga dan bersifat saprofit didalam tanah (Prayogo *et al.*, 2005).

Suhu optimum untuk pertumbuhan *M. anisopliae* antara 22-27°C akan tetapi, jamur ini masih dapat tumbuh pada temperatur yang lebih dingin. Konidia akan berkecambah pada kelembapan 90% akan tetapi konidia akan berkecambah dengan baik dan patogenitasnya meningkat jika kelembapan udara sangat tinggi hingga 100%. Patogenitas jamur *M. anisopliae* akan menurun jika kelembapan dibawah 86% (Prayogo *et al.*, 2005).

Pada media PDA koloni jamur berwarna putih, kemudian berubah menjadi hijau gelap. Koloni jamur dapat tumbuh dengan cepat pada beberapa media selain media



PDA yaitu pada jagung dan beras (Prayogo dan Tengkan, 2002). Miselium bersekat dengan diameter 1.98-2.97  $\mu\text{m}$ , konidiofor tersusun tegak, berlais dan bercabang yang dipenuhi dengan konidia. Konidia bersel satu berwarna hialin, berbentuk bulat silinder dengan ukuran 9.94x3.96  $\mu\text{m}$  (Prayogo *et al.*, 2005).

Mekanisme infeksi *M. anisopliae* digolongkan empat tahap. Tahap pertama yaitu inokulasi merupakan terjadinya kontak antara propagul jamur dengan tubuh serangga. Propagul jamur *M. anisopliae* berupa konidia karena merupakan jamur yang berkembangbiak secara tidak sempurna. Tahap kedua merupakan proses penempelan dan perkecambahan propagul jamur pada integument serangga. Tahap ketiga merupakan tahap penetrasi dan invasi. Pada tahap ini jamur melakukan penetrasi dengan menembus integument serangga dengan membentuk tabung kecambah (*appressorium*). Penembusan dilakukan secara mekanis atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim atau toksin. Tahap keempat merupakan tahap destruksi pada titik penetrasi dan terbentuknya blastospora yang selanjutnya akan beredar kedalam hemolimfa dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lain didalam tubuh serangga (Prayogo *et al.*, 2005).

## 2.5 Jamur Endofit

Jamur endofit merupakan jamur yang bersimbiosis baik dengan tanaman. Jamur ini biasanya terdapat pada jaringan tanaman seperti daun, bunga, ranting dan akar tanaman (Clay, 1988). Jamur endofit dapat masuk melalui lubang-lubang alami tanpa perlu adanya pelukaan. Jamur endofit juga tidak menyerang jaringan tanaman meskipun jamur ini berada pada pembuluh xylem (Deacon, 1997). Adanya jamur endofit memberikan keuntungan bagi tanaman inang seperti meningkatkan pertumbuhan tanaman, meningkatkan toleransi tanaman terhadap logam berat, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit (Sudantha dan Abadi, 2006).

Mekanisme endofit dalam melindungi tanaman terhadap serangan serangga ataupun patogen meliputi: penghambatan pertumbuhan patogen secara langsung melalui senyawa antibiotik dan enzim litik yang dihasilkan, penghambatan secara tidak langsung melalui perangsangan endofit terhadap tanaman dalam pembentukan metabolit sekunder seperti asam salisilat, asam jasmonat dan etilen yang berfungsi dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen atau berfungsi

sebagai antimikroba seperti fitoaleksin, perangsangan pertumbuhan tanaman sehingga lebih tahan terhadap serangan patogen, kolonisasi jaringan tanaman sehingga patogen sulit penetrasi dan hiperparasit (Gao *et al.*, 2010 dalam Yulianti, 2013 ).

## **2.6 Jamur *Metarhizium anisopliae* sebagai Jamur Endofit**

Penelitian mengenai potensi jamur entomopatogen sebagai jamur endofit telah banyak dilakukan pada saat ini. Karena potensi jamur entomopatogen yang dapat sebagai jamur endofit pada tanaman. Selain itu, potensi ini memberikan dampak yang baik dan memberikan manfaat bagi tanaman yang terendofit yaitu jamur ini mampu meningkatkan pertumbuhan dan dapat melindungi tanaman dari serangan hama dan patogen tanaman. Jamur *M. anisopliae* dapat sebagai endofit pada tanaman kanola dan menyebabkan mortalitas sebesar 63,33% pada hama *P. xylostella* (Batta, 2013). Peran jamur entomopatogen sebagai jamur endofit dapat melindungi tanaman terhadap serangan patogen. Jamur entomopatogen bersifat sebagai endofit pada tanaman dapat melindungi tanaman dari serangan pathogen (Zabalgogea, 2008). Selain itu, jamur *M. anisopliae* dapat memacu pertumbuhan dan memiliki aktivitas endofit pada tanaman tomat (Garcia *et al.*, 2011).

Dalam pengembangan jamur entomopatogen sebagai endofit dilakukan melalui beberapa metode. Metode inisiasi yang umum digunakan yaitu perendaman akar, injeksi langsung pada batang, substrat tanah, penyemprotan pada daun (*spray*), pembasahan tanah, inisiasi pada bagian radikel benih (Qayyum *et al.*, 2015). Menurut Dutta *et al.*, (2015) bahwa metode perlakuan kombinasi perendaman benih ditambahkan substrat 5ml/kg dan penyemprotan daun dengan substrat 5ml/L air dapat meningkatkan pertumbuhan dan aktivitas endofit pada tanaman tomat dengan presentase daun (55,55%), tunas (77,77%), akar (33,33%) dan rizosfer (106,66 cfu/g tanah).

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Rumah Sayur Organik Kampung Organik Brenjonk Kecamatan Trawas, Kabupaten Mojokerto serta Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Februari 2018 – Juni 2018.

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

##### 3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah autoclave, *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC), mikroskop, kompor, cawan Petri, botol schott, panci, kaca objek, kaca penutup, Bunsen, termometer, timbangan, *cutter*, polibag, toples, kapas, mika, kamera dan alat tulis.

##### 3.2.2 Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu benih pakcoy, kentang, dextrose, agar, klorampenikol, aquades, alkohol 70%, NaOCl 0,5%, spritus, plastik wrapping, larva *P. xylostella*, isolat cair *M. anisopliae* dengan kerapat  $1 \times 10^8$  konidia/ml yang diperoleh dari hasil koleksi Laboratorium Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.

#### 3.3 Metode Penelitian

##### 3.3.1 Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan berasal dari campuran tanah dan kompos dengan perbandingan 1:1. Tanah yang digunakan diambil dari lahan yang tidak terkontaminasi pestisida kimia. Media tanam yang digunakan harus steril. Sterilisasi dilakukan dengan peralatan sederhana yaitu memasukan media tanam kedalam karung dan dikukus menggunakan dandang dengan suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama lebih kurang 45 menit (Trenggana, 2012).

##### 3.3.2 Pembuatan Media *Potato Dextrose Agar* (PDA)

Media PDA dibuat dengan cara merebus 250gr kentang yang telah dipotong dan aquades 1 liter hingga mendidih. Setelah mendidih kentang kemudian disaring



dan diambil sarinya. Menambahkan dextrose 20gr dan agar 20gr kedalam sari kentang. Setelah itu, media yang telah jadi dimasukkan kedalam botol media dan ditambahkan klorampenikol 500mg/liter untuk mencegah terjadinya kontaminasi kemudian mengaduk rata sari kentang dan selanjutnya ditutup rapat untuk disterilkan dengan menggunakan autoclave dengan suhu 121°C tekanan 1 atm selama 30 menit.

### 3.3.3 Penyediaan Jamur *M. anisopliae*

Jamur *M. anisopliae* diperoleh dari koleksi laboratorium hama dan penyakit tumbuhan, fakultas pertanian, universitas brawijaya, yang diisolasi dari larva *Lepidota stigma*. Jamur *M. anisopliae* yang digunakan berbentuk isolat cair murni dengan kerapatan koloni  $1 \times 10^8$  konidia/ml.

### 3.3.4 Penyediaan Serangga Uji *P. xylostella*

Larva *P. xylostella* diperoleh dari Desa Bocek, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang setelah itu larva dipelihara untuk diperbanyak. Larva dipelihara di dalam toples plastik dan diberi makan daun kubis segar sampai menjadi pupa. Setelah pupa menjadi imago dipindah kedalam sangkar yang berukuran 50 cm x 30 cm. Didalam sangkar diletakkan tanaman pakcoy sebagai tempat imago meletakkan telurnya. Telur-telur yang dihasilkan dipindahkan ke toples tersendiri dan dipelihara sampai menjadi imago. Hal ini dilakukan secara terus menerus sampai populasi larva yang digunakan cukup dan siap digunakan sebagai bahan pengujian. Larva akan digunakan sebagai serangga uji yaitu larva instar II.

### 3.3.5 Evaluasi Keberhasilan *M. anisopliae* Pada Berbagai Perlakuan sebagai Endofit Pada Tanaman Pakcoy

Persiapan tanam yang dilakukan sebelum melakukan evaluasi yaitu menyiapkan media tanam steril tanah dan kompos dimasukkan kedalam polibag sebagai tempat menanam benih pakcoy. Benih pakcoy yang akan digunakan diberi perlakuan perendaman dengan aquades dan jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml sebelum ditanam pada media tanam. Perendaman dilakukan selama lebih kurang 24 jam pada masing-masing perlakuan. Kemudian benih ditanam pada media tanam. Evaluasi keberhasilan jamur *M. anisopliae* sebagai endofit tanaman pakcoy dilakukan 3 kali pengamatan yaitu ketika tanaman sudah tumbuh dan berumur 14

HSS, 21 HSS dan 28 HSS, sehingga jumlah polibag yang digunakan pada percobaan ini sebanyak 72 polibag dengan masing-masing percobaan 24 polibag. Percobaan yang digunakan yaitu menggunakan Rangkaian Acak Lengkap (RAL) untuk mengevaluasi keberhasilan metode inisiasi jamur *M. anisopliae* sebagai endofit pada tanaman pakcoy dengan 4 perlakuan 6 ulangan (Tabel 1).

Tabel 1. Perlakuan Uji Metode Inisiasi *M. anisopliae* Pada Tanaman Pakcoy

Perlakuan	
P0	Perendaman benih dan penyiraman tanah dengan aquades (kontrol)
P1	Perendaman benih dengan isolat cair jamur <i>M. anisopliae</i> $1 \times 10^8$ konidia/ml
P2	Penyiraman tanah dengan isolat cair jamur <i>M. anisopliae</i> $1 \times 10^8$ konidia/ml
P3	Kombinasi Perendaman benih dan penyiraman tanah dengan isolat cair jamur <i>M. anisopliae</i> $1 \times 10^8$ konidia/ml

Evaluasi ini dilakukan dengan mengisolasi bagian daun dan akar tanaman pakcoy. Tanaman yang digunakan sebagai contoh dicabut dari media tanam dengan hati-hati. Setiap contoh tanaman dicuci pada air mengalir sampai bersih dan dikeringkan pada tisu steril. Bagian daun dan akar tanaman pada masing-masing contoh dipotong lebih kurang 1 cm untuk digunakan isolasi pada media PDA. Penanam contoh bagian daun dan akar tanaman dilakukan didalam *laminar air flow cabinet*. Sebelum ditanam dilakukan sterilisasi pada bagian daun dan akar tanaman pakcoy direndam dalam alkohol 70% selama 2 menit, NaOCl 0,5% selama 2 menit dan dibilas dalam aquades steril sebanyak 3 kali selanjutnya di keringkan pada tisu steril. Bagian daun dan akar yang sudah kering ditanaman pada media PDA. Diambil lebih kurang 1 ml aquades bilasan terakhir dan ditanaman pada media PDA digunakan sebagai kontrol. Pengamatan dilakukan selama 7 hari setelah isolasi (HSI) untuk mengamati munculnya koloni jamur *M. anisopliae* pada media PDA.

Bagian daun dan akar tanaman yang telah muncul koloni jamur *M. anisopliae* dilakukan identifikasi secara makroskopis dan mikroskopis. Identifikasi makroskopis dengan mengamati awal munculnya koloni dan perubahan warna koloni pada jamur yang tumbuh pada media PDA. Identifikasi mikroskopis dilakukan dengan preparasi jamur dengan cara kaca objek yang telah diberi sedikit media PDA

cair kemudian diambil koloni jamur dengan menggunakan jarum ose dan diletakkan pada media PDA cair ditutup dengan kaca penutup diinkubasi selama 7 hari. Setelah 7 hari kaca objek diamati dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400x untuk melihat hifa dan konidia jamur. Hasil indentifikasi dicocokkan dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa koloni awal jamur tumbuh berwarna putih dan lama kelamaan berubah menjadi hijau gelap. Miselium bersekat, konidiofor tersusun tegak, berlapis dan bercabang yang dipenuhi konidia. Konidia berwarna hialin dan berbentuk bulat silinder (Prayogo dan Tengkan, 2002).

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada berbagai umur tanaman pakcoy yaitu 14 HSS, 21 HSS dan 28 HSS. Hasil evaluasi perlakuan kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah munculnya koloni jamur lebih cepat dan seragam dibandingkan dengan perlakuan tunggal yaitu perendaman benih dan penyiraman tanah. Perlakuan yang terbaik hasil evaluasi digunakan untuk pengujian *P. xylostella* yang diinvestasi pada tanaman pakcoy. Selain itu, dalam evaluasi juga dilakukan pengukuran tinggi tanaman pada umur tanaman pakcoy 14 HSS, 21 HSS dan 28 HSS. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada tanaman pakcoy yang digunakan dalam pengujian metode inisiasi jamur *M. anisopliae* pada umur tanam 28 HSS.

Pada pengujian investasi *P. xylostella* pada tanaman pakcoy. Penanam benih pakcoy pada media tanaman menggunakan metode inisiasi perlakuan kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah. Perlakuan ini merupakan hasil dari evaluasi keberhasilan jamur *M. anisopliae* sebagai endofit pada tanaman pakcoy. Investasi yang dilakukan ketika tanaman pakcoy sudah berumur 21 HSS. Pengujian yang dilakukan pada tahap ini menggunakan 2 perlakuan 16 ulangan sehingga didapatkan 32 polibag dalam percobaan (Tabel 2).

Tabel 2. Pengujian pengaruh *M. anisopliae* sebagai endofit tanaman pakcoy terhadap intensitas kerusakan serangan ulat *P. xylostella*

Perlakuan	
X	Investasi ulat <i>P. xylostella</i> pada tanaman pakcoy tanpa inisiasi jamur <i>M. anisopliae</i> (kontrol)
Y	Investasi ulat <i>P. xylostella</i> pada tanaman pakcoy yang diinisiasi dengan jamur <i>M. anisopliae</i>

Pada masing-masing perlakuan diinvestasi sebanyak 5 ekor *P. xylostella* per polibag. *P. xylostella* yang digunakan diambil dari perbanyakan serangga uji. Jumlah *P. xylostella* yang digunakan pada pengujian investasi yaitu 160 larva. Pada umur tanaman pakcoy 22 HSS atau setelah satu hari dilakukan investasi dihitung tingkat kerusakan pada tanaman pakcoy yang disebabkan oleh *P. xylostella*. Tingkat kerusakan yang disebabkan *P. xylostella* dihitung menggunakan rumus menurut Natawigena (1994) sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum (n \times V)}{Z \times N} \times 100\%$$

Yang P adalah intensitas serangan, n adalah jumlah strata daun dari tiap kategori serangan, V adalah nilai skala dari setiap kategori, Z adalah nilai skala dari kategori serangan tertinggi, N adalah jumlah daun yang diamati.

Klasifikasi kategori intensitas kerusakan dibagi menjadi 5 yaitu 0% dengan presentase kerusakan normal, 0<25% dengan presentase kerusakan ringan, 25<50% dengan presentase kerusakan sedang, 50<75% dengan presentase kerusakan berat, >75% dengan presentase sangat berat.

Pada pengujian ini dilakukan pengamatan pada larva *P. xylostella* yang mati pada tanaman pakcoy yang tanpa inisiasi jamur dan tanaman yang diinisiasi dengan jamur *M. anisopliae*. Pengamatan ini dilakukan selama 7 hari setelah investasi. Persentase kematian larva *P. xylostella* dihitung menggunakan rumus Thungrabeab *et al.*, (2006) sebagai berikut:

$$\text{Mortalitas} = \frac{\sum \text{Larva } P. xylostella \text{ mati}}{\sum \text{Seluruh larva}} \times 100\%$$

### 3.4 Analisis Data

Data tinggi tanaman pakcoy dianalisis menggunakan Analisis Sidik Ragam. Apabila hasil Analisis Sidik Ragam menunjukkan bahwa perlakuan berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut dengan uji Beda Nyata Terkesil (BNT) pada taraf kesalahan 5%. Data intensitas kerusakan tanaman pakcoy akibat serangan ulat *P. xylostella* dianalisis menggunakan uji T dengan tingkat kesalahan 5%.



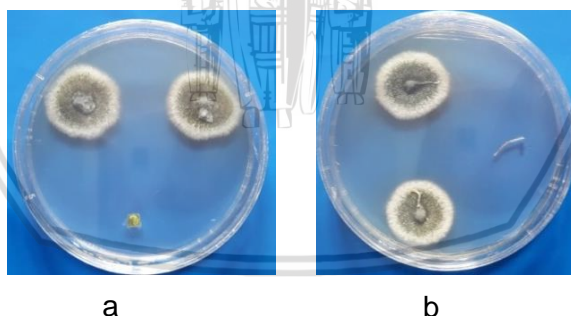
## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

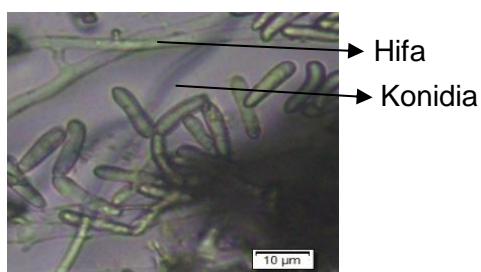
#### 4.1.1 Identifikasi jamur *M. anisopliae* sebagai endofit pada tanaman pakcoy

Berdasarkan hasil indentifikasi jamur secara makroskopis pada awal pertumbuhan jamur pada media PDA yaitu berwarna putih dan seiring bertambahnya umur koloni jamur lama kelamaan terjadi perubahan warna jamur menjadi hijau gelap (Gambar 3). Hasil identifikasi ini sesuai dengan pernyataan Prayogo *et al.*, (2005) yang menyatakan bahwa pada awal pertumbuhan koloni jamur berwarna putih, kemudian berubah warna menjadi hijau gelap dengan bertambahnya umur koloni.

Berdasarkan hasil indentifikasi jamur secara mikroskopis yaitu hifa jamur berwarna hialin dan bersekat, konidiofor tegak dan bercabang, konidia hialin dan berbentuk silinder (Gambar 4). Ciri-ciri ini sesuai dengan hasil identifikasi oleh Prayogo *et al.*, (2005) yang menyatakan miselium bersekat, konidiofor tersusun tegak, berlapis, dan bercabang dipenuhi dengan konidia. Konidia bersel satu berwarna hialin dan berbentuk bulat silinder. Oleh karena itu, berdasarkan hasil identifikasi secara makroskopis dan mikroskopis bahwa isolat jamur yang digunakan adalah benar isolat jamur *M. anisopliae*.



Gambar 3. Koloni jamur *M. anisopliae* pada media PDA umur 7 hari setelah isolasi (HSI). a: pada bagian daun; b: pada bagian akar



Gambar 4. Mikroskopis jamur *M. anisopliae*

#### 4.1.2 Pengaruh metode inisiasi jamur *M. anisopliae* pada tanaman pakcoy

Berdasarkan hasil penelitian pada masing-masing perlakuan yang digunakan bahwa isolasi yang dilakukan pada tanaman berumur 14 HSS koloni awal jamur *M. anisopliae* muncul pada media PDA. Dari hasil muncul koloni jamur, sehingga dapat disimpulkan bahwa jamur *M. anisopliae* sudah masuk kedalam jaringan tanaman (Tabel 3 dan 4). Pada isolasi tanaman pakcoy 14 HSS, 21 HSS dan 28 HSS pada perlakuan kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah menunjukkan kemunculan jamur seragam pada bagian daun dan akar tanaman pakcoy. Sedangkan pada perlakuan tunggal perendaman benih dan penyiraman tanah kemunculan koloni jamur tidak seragam. Oleh karena itu, perlakuan kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah memiliki pengaruh lebih baik daripada menggunakan perlakuan tunggal seperti perendaman benih dan penyiraman tanah.

Tabel 3. Hasil isolasi dari bagian daun tanaman pakcoy pada berbagai umur tanam terhadap munculnya koloni jamur *M. anisopliae*

Perlakuan	Pengamatan koloni jamur <i>M. anisopliae</i> pada umur																				
	14 HSS							21 HSS							28 HSS						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Kontrol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perendaman benih	-	-	-	√	√	√	√	-	-	-	√	√	√	√	-	-	√	√	√	√	√
Penyiraman tanah	-	-	-	√	√	√	√	-	-	√	√	√	√	√	-	-	√	√	√	√	√
Kombinasi (PB+PT)	-	-	-	√	√	√	√	-	-	√	√	√	√	√	-	-	√	√	√	√	√

Keterangan: (√) muncul pada media PDA; (-) tidak muncul pada media PDA; HSS= hari setelah semai

Tabel 4. Hasil isolasi dari bagian akar tanaman pakcoy pada berbagai umur tanam terhadap munculnya koloni jamur *M. anisopliae*

Perlakuan	Pengamatan koloni jamur <i>M. anisopliae</i> pada umur																				
	14 HSS							21 HSS							28 HSS						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Kontrol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perendaman benih	-	-	-	√	√	√	√	-	-	-	√	√	√	√	-	-	√	√	√	√	√
Penyiraman tanah	-	-	-	√	√	√	√	-	-	√	√	√	√	√	-	-	√	√	√	√	√
Kombinasi (PB+PT)	-	-	-	√	√	√	√	-	-	√	√	√	√	√	-	-	√	√	√	√	√

Keterangan: (√) muncul pada media PDA; (-) tidak muncul pada media PDA; HSS= hari setelah semai

#### 4.1.3 Pengaruh endofit jamur *M. anisopliae* terhadap tinggi tanaman pakcoy

Hasil analisis ragam menunjukkan adanya pengaruh endofit jamur *M. anisopliae* terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pakcoy pada umur pengamatan 14 HSS, 21 HSS dan 28 HSS (Tabel 5). Pada umur tanaman 28 HSS pada perlakuan perendaman benih, penyiraman tanah dan kombinasi tinggi tanaman pakcoy menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Perlakuan kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada umur tanaman 28 HSS memiliki rerata tinggi tanaman pakcoy yaitu 21,73 cm lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tunggal perendaman benih dan penyiraman tanah. Oleh karena itu, perlakuan kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah lebih baik dibandingkan dengan perlakuan tunggal perendaman benih dan penyiraman tanah.

Tabel 5. Rerata tinggi tanaman pakcoy (cm)

Perlakuan	14 HSS		21 HSS		28 HSS	
Kontrol	7,98	a	11,13	a	16,50	a
Perendaman benih	13,00	c	16,08	b	19,75	b
Penyiraman tanah	12,83	b	15,15	b	20,88	b
Kombinasi (PB+PT)	12,75	b	16,33	b	21,73	c

Keterangan: Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf kepercayaan 5%; HSS= hari setelah semai

#### 4.1.4 Pengaruh jamur *M. anisopliae* sebagai endofit terhadap penurunan intensitas kerusakan yang disebabkan oleh *P. xylostella*

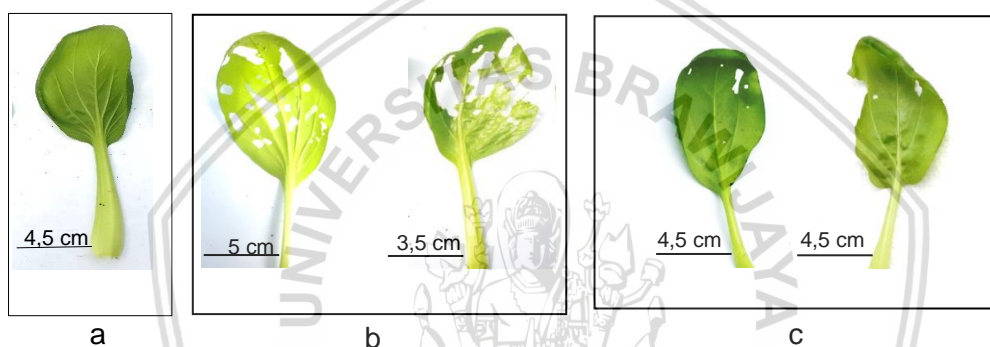
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan menggunakan jamur *M. anisopliae* sebagai endofit menurunkan kerusakan tanaman akibat serangan ulat daun dibandingkan dengan kontrol (Tabel 6). Perlakuan yang digunakan dalam pengujian intensitas kerusakan pada perlakuan inisiasi jamur menggunakan metode inisiasi kombinasi yaitu perendaman benih dan penyiraman tanah. Penggunaan metode ini dilakukan karena hasil kemunculan koloni jamur yang didapat dengan menggunakan metode inisiasi kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah memberikan pengaruh yang baik dibandingkan penggunaan metode inisiasi tunggal. Inisiasi dengan menggunakan jamur *M. anisopliae* yang terendofit pada tanaman pakcoy dapat mengurangi tingkat kerusakan tanaman yaitu 12,55% dibandingkan dengan tanpa inisiasi jamur *M. anisopliae* 34,20%, sehingga penggunaan inisiasi

jamur memberikan pengaruh yang berbeda nyata dalam mengurangi intensitas kerusakan yang disebabkan oleh *P. xylostella* (Gambar 5).

Tabel 6. Intensitas kerusakan tanaman pakcoy yang disebabkan *P. xylostella*

Perlakuan	Intensitas kerusakan (%)	t. hitung	P
Tanpa inisiasi jamur <i>M. anisopliae</i>	34,20	7,99	3,248E-09
Inisiasi jamur <i>M. anisopliae</i>	12,55		

Keterangan: Nilai Probabilitas = 3,248E-09 menunjukka pengaruh yang berbeda nyata pada uji T taraf kesalahan 5%



Gambar 5. Intensitas kerusakan daun tanaman pakcoy akibat serangan *P. xylostella*. a: daun sehat; b: tanpa inisiasi jamur *M. anisopliae*; c: inisiasi jamur *M. anisopliae*

Berkurangnya tingkat intensitas serangan pada tanaman pakcoy disebabkan oleh sebagian hama *P. xylostella* mati. Sehingga menyebabkan populasi hama menjadi menurun 43,75% dan kerusakan pada tanaman berkurang (Tabel 7).

Tabel 7. Mortalitas *P. xylostella*

Stadium Larva	Jumlah individu yang hidup	Mortalitas (%)
Tanpa inisiasi jamur <i>M. anisopliae</i>	80	0
Inisiasi jamur <i>M. anisopliae</i>	45	43,75

#### 4.2 Pembahasan

Pada penelitian yang telah dilakukan menunjukkan hasil bahwa jamur *M. anisopliae* dapat berperan sebagai jamur endofit pada tanaman pakcoy. Adanya jamur *M. anisopliae* didalam jaringan tanaman pakcoy dilihat dari munculnya koloni



awal jamur yang lebih cepat. Munculnya koloni jamur lebih cepat karena suhu dan kelembapan yang mendukung untuk pertumbuhan jamur dan sifat fisiologis dari tanaman. Pada hasil penelitian dengan menggunakan metode inisiasi jamur menunjukkan bahwa setiap perlakuan mampu menginisiasi bagian tanaman pakcoy dengan hasil yang beragam. Dalam proses jamur mengendofit bagian tanaman pakcoy dipengaruhi oleh banyak faktor seperti metode inisiasi yang digunakan dan lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode inisiasi kombinasi antara perendaman benih dan penyiraman tanah menggunakan isolat cair jamur *M. anisopliae* memberikan respon yang baik pada tanaman pakcoy dibandingkan dengan metode inisiasi dengan perlakuan tunggal. Hal ini sesuai dengan pernyataan Dutta *et al.*, (2015) yang menyatakan bahwa metode perlakuan kombinasi dapat meningkatkan pertumbuhan dan sebagai aktivitas endofit pada tanaman. Selain itu, juga perlakuan kombinasi berdasarkan pernyataan Fatahudin (2003) yang menyatakan bahwa kandungan pati lebih banyak terdapat pada biji dan akar, karena melalui proses metabolisme akan menghasilkan karbohidrat. Sehingga perlakuan kombinasi yang dilakukan dapat memberikan perkembangan jamur yang lebih cepat karena kandungan karbohidrat yang terdapat pada biji dan akar tanaman.

Proses jamur mengendofit tanaman inang selain dipengaruhi metode inisiasi juga terdapat faktor lingkungan yang mempengaruhi jamur mengendofit tanaman. Jamur masuk kedalam jaringan tanaman dengan melalui beberapa proses yaitu jamur akan melakukan kontak fisik dengan tanaman, menempel pada bagian tanaman, berkecambah kemudian masuk kedalam dan menyebar kedalam jaringan tanaman. Selama proses berlangsung lingkungan yang baik dapat mendukung dalam proses jamur mengendofit tanaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Agrios (1996) yang menyatakan bahwa jumlah, panjang dan laju pertumbuhan tabung kecambah atau pergerakan konidia dipengaruhi oleh lingkungan fisik seperti suhu dan kelembapan. Suhu optimum untuk pertumbuhan jamur *M. anisopliae* antara 22-27°C dengan kelembapan diatas 90% akan tetapi konidia akan berkecambah dengan baik dan patogenitasnya meningkat jika kelembapan udara sangat tinggi hingga 100% (Prayogo *et al.*, 2005).

Penggunaan jamur *M. anisopliae* sebagai endofit pada tanaman pakcoy mampu memacu pertumbuhan tanaman. Hal ini berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa jamur *M. anisopliae* dapat meningkatkan

pertumbuhan tinggi tanaman pakcoy yaitu 21,73 cm. Menurut penelitian yang telah dilakukan Tan dan Zou (2001) yang menyatakan bahwa tanaman yang mengandung endofit Jamur *M. anisopliae* dapat tumbuh lebih cepat dibandingkan tanaman yang lain karena jamur endofit memproduksi fitohormon seperti indole- 3-acetic acid (IAA), sitokinin dan zat pemacu tumbuh. Gracia *et al.*,(2011) menyatakan bahwa jamur *M. anisopliae* dapat memacu pertumbuhan dan memiliki aktivitas endofit pada tanaman.

Adanya jamur endofit *M. anisopliae* pada jaringan tanaman dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit. Tanaman menjadi tahan terhadap hama karena senyawa-senyawa metabolit yang dihasilkan oleh jamur dan menyebabkan penurunan aktivitas serangan kerusakan akibat *P. xylostella*. Kerusakan akibat serangan *P. xylostella* pada tanaman pakcoy berkurang yaitu 12,55%. Penurunan ini diduga karena adanya senyawa toksin yang dihasilkan oleh jamur. Sehingga menurunkan nafsu makan *P. xylostella* pada tanaman pakcoy. Menurut Gao *et al.*, (2010) dalam Yulianti, 2013) yang menyatakan bahwa mekanisme endofit dalam melindungi tanaman terhadap serangan OPT dengan menghambat pertumbuhan OPT dapat secara langsung yaitu melalui senyawa antibiotik dan enzim litik yang dihasilkan dan penghambatan secara tidak langsung melalui perangsangan endofit terhadap tanaman dalam pembentukan metabolit sekunder yang berfungsi dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap OPT. Senyawa-senyawa metabolit sekunder merupakan senyawa hasil metabolisme yang sudah tidak digunakan lagi oleh organisme atau mikroba dalam perkembangbiakannya seperti hormon, enzim, antibiotik dan toksin. Senyawa metabolit yang dikeluarkan oleh jamur *M. anisopliae* yaitu cyclopeptida, destruxin A, B, C, D, E dan desmethyldestruxin B<sup>9</sup>. Senyawa destruxin yang dihasilkan oleh jamur *M. anisopliae* merupakan senyawa yang bersifat toksik yang dapat menyebabkan kelumpuhan dan kematian pada serangga (Widiyanti dan Muyadihardja, 2004). Hu *et al.*,(2007) menyatakan bahwa destruxin memiliki efek antifedant yang bersifat toksik pada serangga.

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap perubahan tingkah laku dan morfologi *P. xylostella* pada tanaman pakcoy yang terendofit oleh jamur *M. anisopliae* menunjukkan adanya penurunan aktivitas makan, pergerakan hama menjadi lamban dan terjadinya mortalitas pada sebagian *P. xylostella* (Gambar 6). Menurut Lee dan Hou (1989) hal ini dikarenakan jamur *M. anisopliae*

memiliki aktivitas larvasida karena menghasilkan destruxin yang bersifat toksik, sehingga ketika bagian tanaman masuk kedalam jaringan serangga maka jamur akan beredar dalam tubuh serangga dan membentuk hifa dan menyerang bagian organ serangga yang lain. Batta (2013) menyatakan bahwa penggunaan aplikasi endofit dan penyemprotan dengan jamur secara langsung pada bagian tanaman menyebabkan kematian hama 63,33%. Pada penelitian yang dilakukan menggunakan metode inisiasi perendaman benih dan penyiraman tanah menyebabkan kematian hama 43,75%, sehingga dapat dikatakan bahwa adanya aplikasi penyemprotan dapat meningkatkan mortalitas hama lebih tinggi. Menurunnya tingkat intensitas serangan pada tanaman pakcoy yang diendofit jamur *M. anisopliae* dapat mencegah penurunan kuantitas dan kualitas terhadap produksi yang dihasilkan.



Gambar 6. *P. xylostella*. a: tanpa inisiasi jamur *M. anisopliae* dan b: mati pada tanaman pakcoy yang terendofit jamur *M. anisopliae*

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Jamur *M. anisopliae* memiliki kemampuan endofit pada jaringan tanaman pakcoy, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman pakcoy dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama.
2. Penggunaan metode inisiasi jamur *M. anisopliae* dapat meningkatkan keberadaan jamur pada jaringan tanaman. Perlakuan penggunaan metode inisiasi kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah memberikan pengaruh terbaik dibandingkan perlakuan tunggal yaitu perendaman benih atau penyiraman tanah. Selain itu, penggunaan metode inisiasi mendorong pertumbuhan koloni yang lebih cepat dan dapat memacu pertumbuhan tanaman.
3. Adanya jamur *M. anisopliae* yang terendofit pada jaringan tanaman pakcoy dapat menurunkan tingkat serangan yang diakibatkan oleh *P. xylostella* dan menyebabkan kematian pada *P. xylostella*.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melihat pengaruh endofit jamur *M. anisopliae* terhadap peletakan telur, reproduksi serangga dan produksi tanaman.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. 1989. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Batta, Y.A. 2013. Efficacy of endophytic and applied *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sorokin (Ascomycota: Hypocreales) against of larvae *Plutella xylostella* L. (Yponomeutidae: Lepidoptera) infesting *Brassica napus* plant. Jurnal Crop Protection 44:128-134
- Bobihoe, J. dan S. Edi. 2010. Budidaya Tanaman Sayuran. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian Jambi. hal 6-8
- Borror, D.J., C.A. Triplehorn dan N.F. Johnson. 2005. An Introduction to the Study of Insect. Edisi ketujuh. Thomson Brooks/Cole. Australia, Canada, Singapura, Spain, United Kingdom, United States. hal 570-608
- Capinera, J.L. 2012. Common name: diamondback moth, scientific name: *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Insecta: Lepidoptera: Plutellidae). University of Florida. Diunduh di <http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leaf/diamondbackmoth.htm> pada tanggal 28 November 2017
- Clay, K. 1988. Fungal Endophytes of Grasses: a Defensive Mutualism Between Plants and Fungi. Journal of Ecology 69(1):10-16
- Dutta, P., H. Khausik., Bhowmick, P., K.C Puzari, and G.N Hazarika,. 2015. *Metarhizium anisopliae* as Endophyte Has The Ability of The Plant Growth Enhancement. Journal Internasional of Current Research 7(04):14300-14304
- Deacon, J.W. 1997. Introduction to Modern Mycology Third Edition. Blackwell Science. 303 hal
- Faisal. 2012. Metode Eksplorasi Jamur Antagonis. Diunduh di <http://biologicalc.blogspot.com/2012/11/metode-eksplorasijamurantagonis.html> pada tanggal 27 November 2017
- Fatahudin, N. 2013. Uji Kemampuan *Beauveria bassiana* Vullemin (Hypomycetes: Monillales) Sebagai Endofit Pada Tanaman Kubis dan Pengaruhnya Terhadap Larva *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). Jurnal Fitmedika 5(1):16-19
- Gao, F.K., C.C. Dai., and X. Z. Liu. 2010. Mechanisms of Fungal Endophytes in Plant Protection Against Pathogens. Journal Afrika of Microbiology Research 4:1346-1351
- Garcia, J.E., P.J. Beatriz, P. Alejandro, L. Roberto. 2011. *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin Promotes Growth and has Endophytic Activity in Tomato Plants. Adv. Biol. Res. 5: 22-27
- Gillespie, A.T. 1988. Use of Fungi to Control Pest of Agricultural Importance. In Fungi Biocontrol System Edited by M.N. Burgy. Monchester University. hal 36-60

- Herlinda, S., M. B. Sitepu., D. Margrina., L. H. Taslim., Y. Pujiastuti dan S. 2003. Parasitoid Diamondback Moth Larve, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) on Brassicaceae Crops in South Sumatera. Proceedings of an Internasional Seminar on Organic Farming and Sustainable Agriculture in the Tropics and Subtropics. Palembang. hal 300-305
- Hu, Q. B., S. X. Ren., and S.S. Liu. 2007. Purification of Destruxins Produced by *Metarhizium anisopliae* and Bioassay of Their Insecticidal Activities Against Grubs. *Acta Entomologica Sinica* 50:461-466
- Lacey, L.A., R. Frutos, H.K. Kaya and P. Vails. 2001. Insect Pathogens as Biological Control Agents: Do They Have a Future?. *Journal of Biological Control* 21:230-248
- Lee, P. C and R. Hou. 1989. Pathogenesis of *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* in the smaller brown planthopper, *laodelphax striatellus*. *Chinese Journal Entomology* 9:13-19
- Natawigena, H. 1994. Dasar-dasar Perlindungan Tanaman. Trigenda Karya: Bandung
- Nurhayati. 2011. Penggunaan Jamur dan Bakteri Dalam Pengendalian Penyakit Tanaman Secara Hayati yang Ramah Lingkungan. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Prosiding Semirata. hal 316-321
- Prayogo, Y. dan W. Tengkan. 2002. Pengaruh Media Tumbuh Terhadap Daya Kemcambah, Sporulasi dan Virulensi *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin Isolat Kendalpayak Pda Larva *Spodoptera litura*. *Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Pertanian* 4(9): 233-242
- Prayogo, Y., W. Tengkan dan Marwoto. 2005. Prospek cendawan entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk mengendalikan Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) pada kedelai. *Jurnal Litbang Pertanian* 24(1):19-26
- Qayyum, M.A., W. Wakil, M.J. Arif, S.t. Sahi, C.A. Dunlap. 2015. Infection of *Helicoverpa armigera* by Endophytic *Beauveria bassiana* Colonizing Tomato Plants. *Journal of Biological Control* 90:200-207
- Sastrosiswojo, S., T.S. Uhan., dan R. Sutarya. 2005. Penerapan Teknologi PHT Pada Tanaman Kubis. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Lembang. Bandung. Jawa Barat. hal 7-11
- Setiawati, W. 2000. Pengendalian hama kubis *Plutella xylostella* L. dan *Crociodolomia binotalis* Zell. dengan Spinosad 25 SC serta pengaruhnya terhadap parasitoid *Diadegma semiclausum* hellen. *Jurnal Hortikultura*. 10(1):30-39
- Shahid, A.A., A.Q. Rao, A. Bakhsh dan T. Husnain. 2012. Entomopathogenic Fungi as Biological Controllers: New Insights ito Their Virulence and Pathogenicity. *Archieves of Biological Science Belgrad* 61:21-24
- Strack, B. H. 2003. Biological Control of Termites by The Fungal Entomophatogen *Metarhizium anisopliae*. Diunduh di [http://www.utoronto.ca/forest/termite/metani\\_1.htm](http://www.utoronto.ca/forest/termite/metani_1.htm) pada tanggal 25 November 2017

- Sudantha, I. M dan A. L. Abadi. 2006. Uji Efektivitas Beberapa Isolat Jamur Endofit Antagonistik dalam Meningkatkan Ketahanan Induksi Beberapa Klon Vanili Terhadap Penyakit Busuk Batang. Jurnal hama dan penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Mataram. Mataram
- Sutirman. 2011. Budidaya Tanaman Sayuran Sawi di Daerah Dataran Rendah. Kabupaten Serang Provinsi Banten. hal 6-8
- Tan, R. X and W. X. Zou. 2001. Endophytes: A Rich Source of Functional Metabolites. The Royal Society of Chemistry. Nat. Prod, Rep 18: 448-459
- Thungrabeab, M., P. Blaeser., and C. Sengonca. 2006. Possibilities for Biocontrol of The Onion *Trips tabbaci* Linderman (Thysanoptera: Thripitidae) using Difference Entomopatogenic from Thailand. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft for Allgemeine and Angewandte Entomologie 15:229-304
- Trizelia., N. Armond dan H. Jailani. 2015. Kenakaragaman Cendawan Entomopatogen Pada Rizosfer Berbagai Tanaman Sayuran. Pros Semnas Masy Biodiv Indon 1(5):998-1004
- USDA (United States Departement of Agriculture). 2004. Classification Kingdom Plantae Down to Species *Brassica rapa*. Diunduh di <http://plants.usda.Gov/java/ClassificationServiet?source=display&classid=BRRA> pada tanggal 12 Desember 2017
- Widiyanti, N. L. P. M dan S. Muyadihardja. 2004. Uji toksisitas *Metarhizium anisopliae* terhadap Larva Nyamuk *Aedes Aegypti*. Media Litbang Kesehatan.
- Yanti, I. 2013. Pengaruh Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* terhadap mortalitas serangga penyerbuk *Trigona* sp. skripsi. Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, Bandung.
- Yulianti, T. 2013. Pemanfaatan Endofit Sebagai Agensia Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman. Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat. Ejournal Litbang Pertanian 5(1):40-49
- Zabalgogeaazcoa, I. 2008. Fungal Endophytes and Their Interaction with Plant Pathogens. Journal of Agricultural Research 6:138-146
- Zulkarnain, H. 2013. Budidaya Sayuran Tropis. Jakarta: Bumi Aksara





Tabel Lampiran 1. Analisis ragam rata-rata tinggi tanaman pakcoy umur 14 HSS

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. hitung	F. tabel
Perlakuan	3	107,26	35,75	28,58*	3,10
Galat	20	25,02	1,25		
Total	23	132,28			

Keterangan: \*) Berbeda nyata apabila nilai  $f_{hit} > f_{tabel}$  pada hasil analisis sidik ragam pada taraf kepercayaan 95% ( $\alpha=0,05$ )

Tabel Lampiran 2. Analisis ragam rata-rata tinggi tanaman pakcoy umur 21 HSS

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. hitung	F. tabel
Perlakuan	3	105,02	35,01	19,75*	3,10
Galat	20	35,45	1,77		
Total	23	140,47			

Keterangan: \*) Berbeda nyata apabila nilai  $f_{hit} > f_{tabel}$  pada hasil analisis sidik ragam pada taraf kepercayaan 95% ( $\alpha=0,05$ )

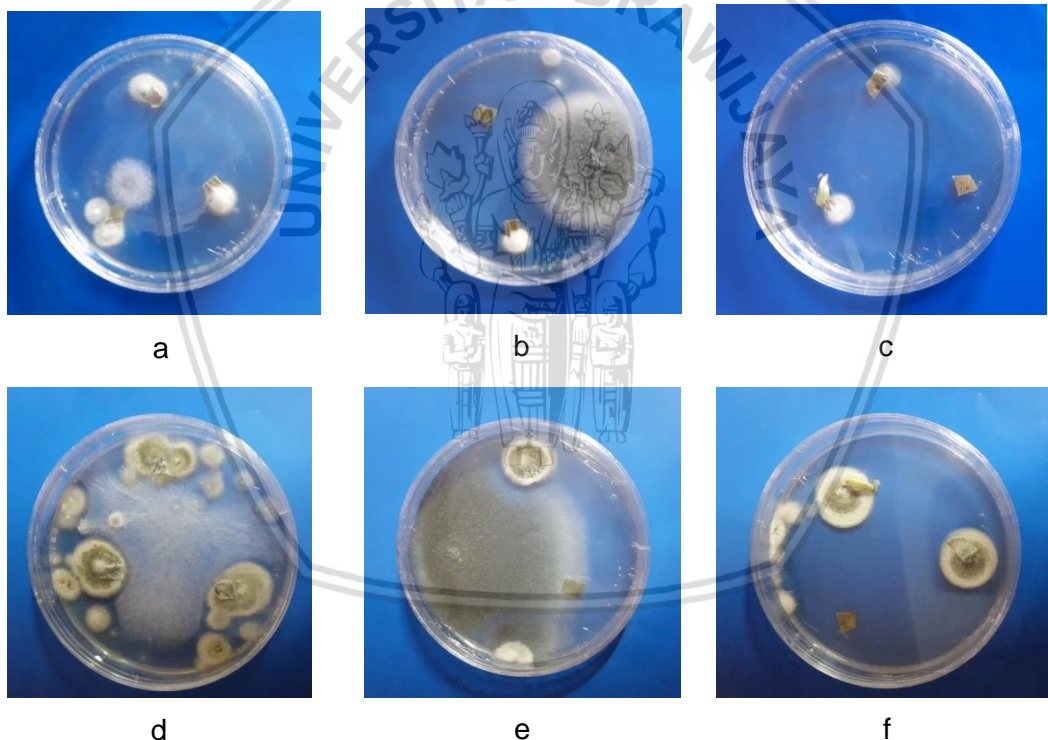
Tabel Lampiran 3. Analisis ragam rata-rata tinggi tanaman pakcoy umur 28 HSS

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. hitung	F. tabel
Perlakuan	3	94,66	31,55	19,35*	3,10
Galat	20	32,62	1,63		
Total	23	127,27			

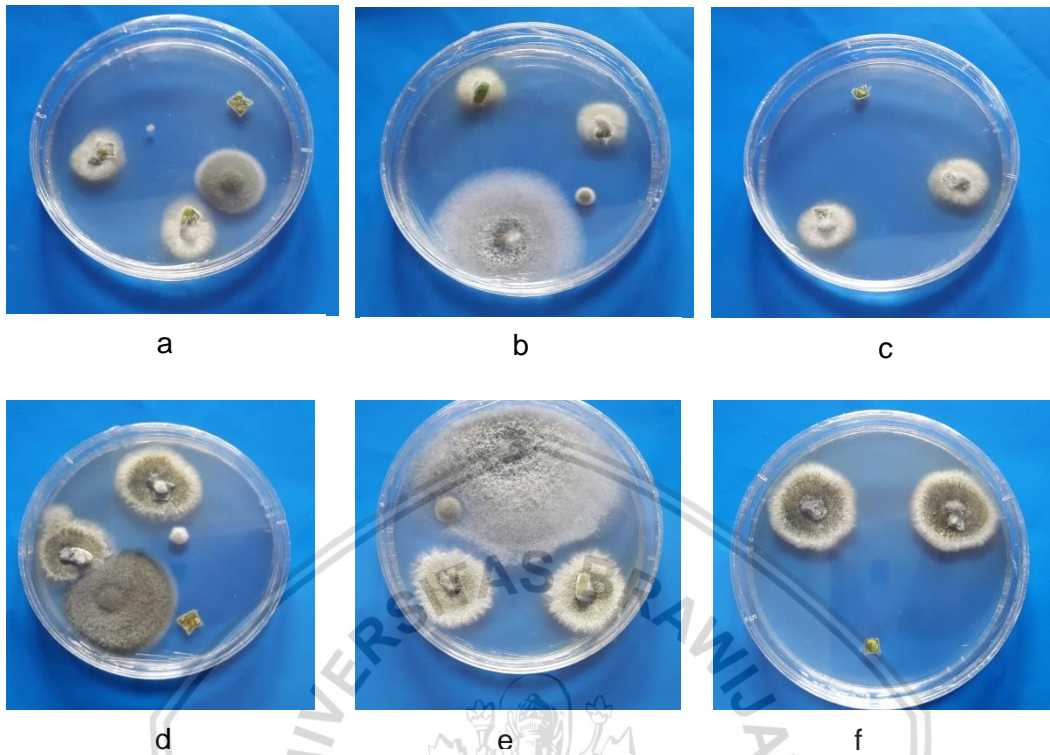
Keterangan: \*) Berbeda nyata apabila nilai  $f_{hit} > f_{tabel}$  pada hasil analisis sidik ragam pada taraf kepercayaan 95% ( $\alpha=0,05$ )

Tabel Lampiran 4. Analisis uji T intensitas kerusakan tanaman pakcoy

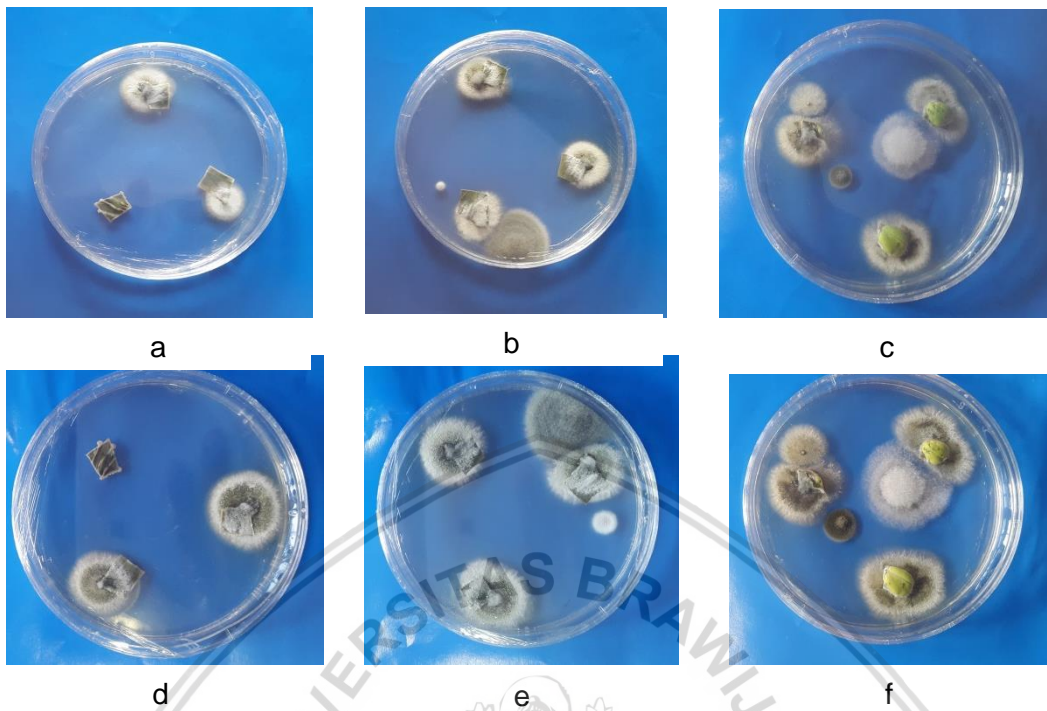
	X	Y
Rata-rata	34,20	12,55
Variasi	85,62	31,90
Jumlah pengamatan	16	16
Variasi gabungan	58,76	
Perbedaan rata-rata	0	
db	30	
t Stat	7,99	
P(T<=t) one-tail	3,248E-09	
t Critical one-tail	1,70	
P(T<=t) two-tail	6,496E-09	
t Critical two-tail	2,04	



Gambar Lampiran 1. Jamur *M. anisopliae* pada daun tanaman pakcoy umur 14 HSS di masing-masing perlakuan. a: perendaman benih pada 4 HSI; b: penyiraman tanah pada 4 HSI; c: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 4 HSI; d: perendaman benih pada 7 HSI; e: penyiraman tanah pada 7 HSI; f: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 7 HSI

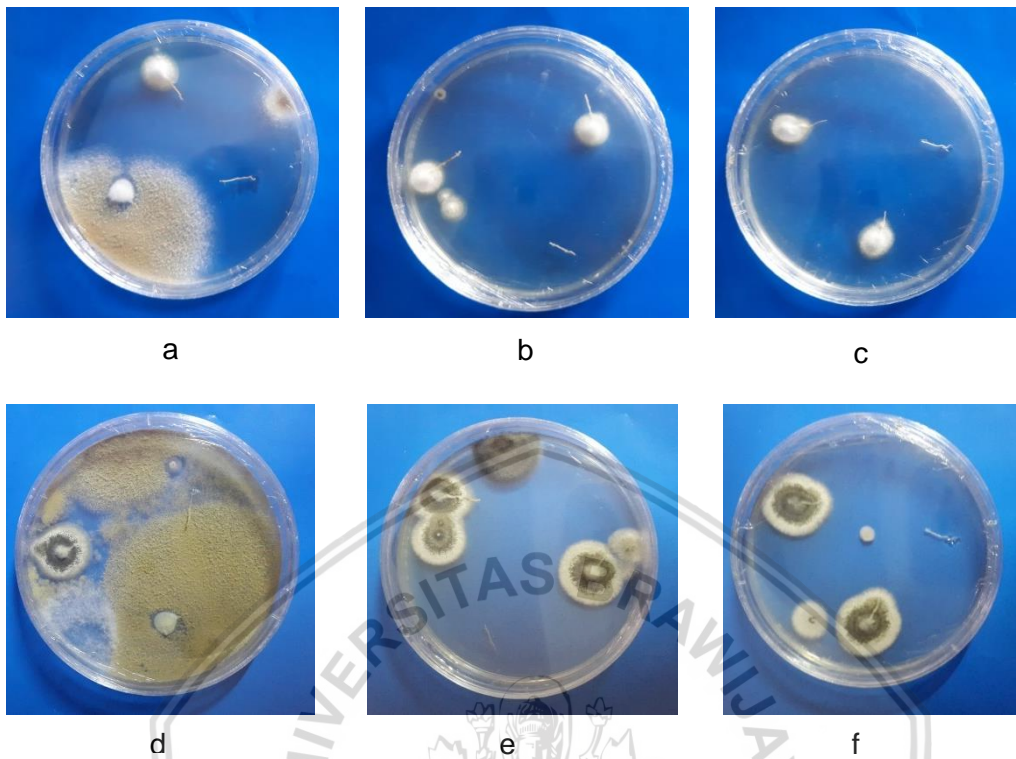


Gambar Lampiran 2. Jamur *M. anisopliae* pada daun tanaman pakcoy umur 21 HSS di masing-masing perlakuan. a: perendaman benih pada 4 HSI; b: penyiraman tanah pada 3 HSI; c: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 3 HSI; d: perendaman benih pada 7 HSI; e: penyiraman tanah pada 7 HSI; f: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 7 HSI

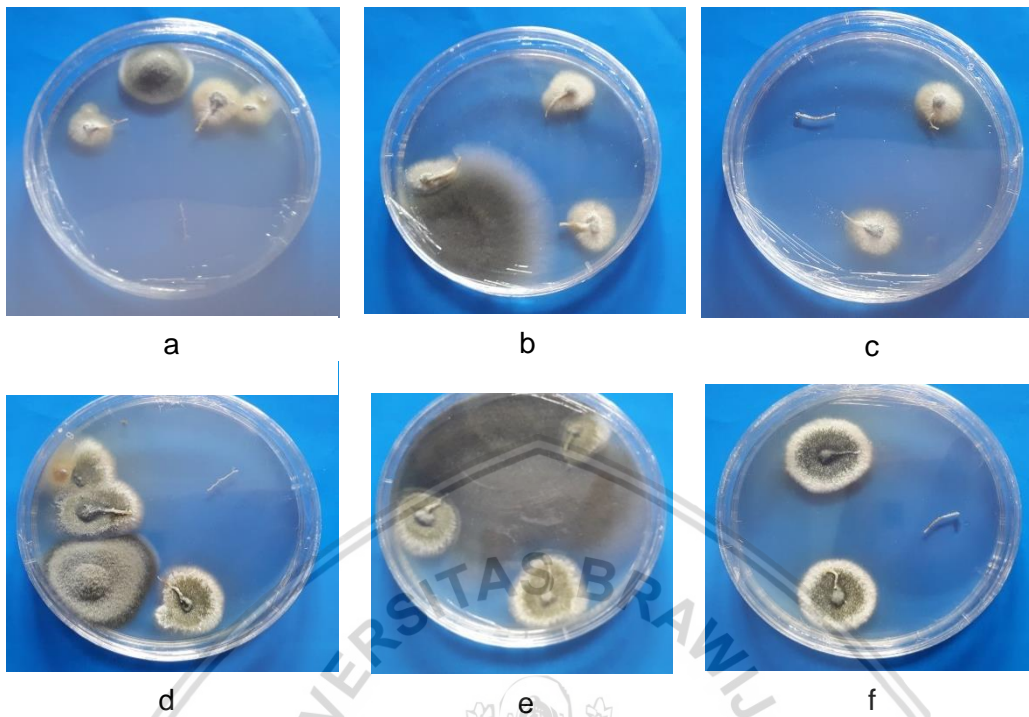


Gambar Lampiran 3. Jamur *M. anisopliae* pada daun tanaman pakcoy umur 28 HSS di masing-masing perlakuan. a: perendaman benih pada 3 HSI; b: penyiraman tanah pada 3 HSI; c: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 3 HSI; d: perendaman benih pada 7 HSI; e: penyiraman tanah pada 7 HSI; f: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 7 HSI

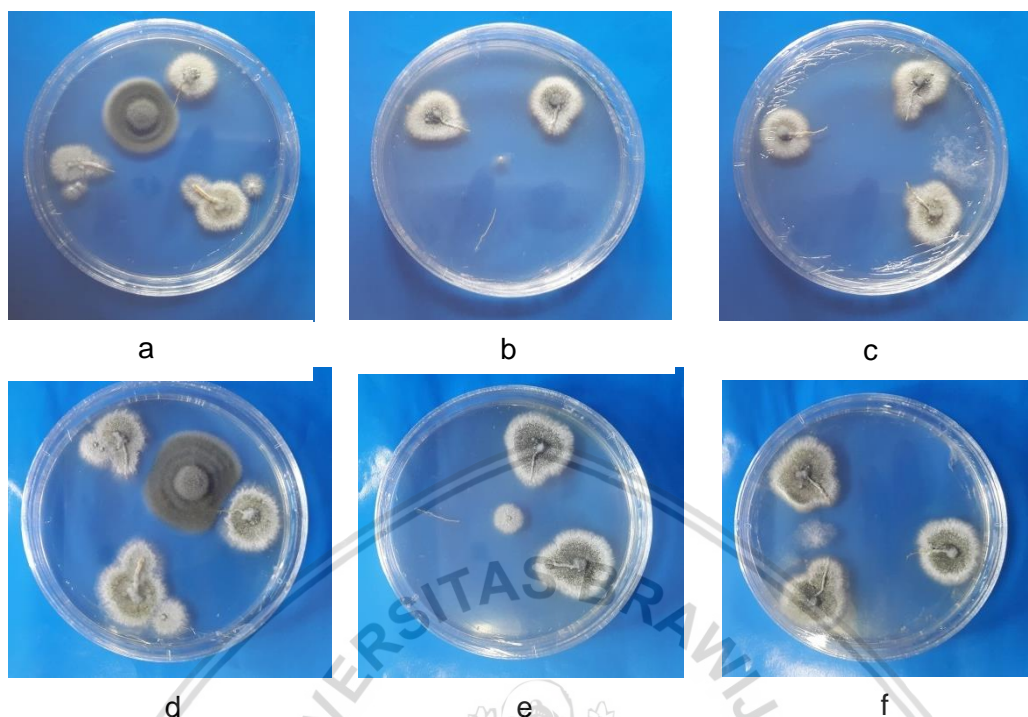




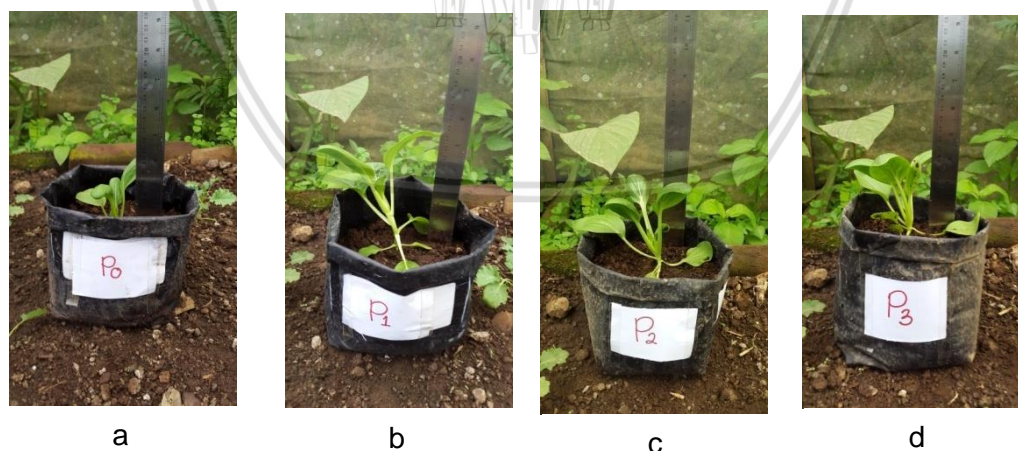
Gambar Lampiran 4. Jamur *M. anisopliae* pada akar tanaman pakcoy umur 14 HSS di masing-masing perlakuan. a: perendaman benih pada 4 HSI; b: penyiraman tanah pada 4 HSI; c: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 4 HSI; d: perendaman benih pada 7 HSI; e: penyiraman tanah pada 7 HSI; f: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 7 HSI



Gambar Lampiran 3. Jamur *M. anisopliae* pada akar tanaman pakcoy umur 21 HSS di masing-masing perlakuan. a: perendaman benih pada 4 HSI; b: penyiraman tanah pada 3 HSI; c: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 3 HSI; d: perendaman benih pada 7 HSI; e: penyiraman tanah pada 7 HSI; f: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 7 HSI



Gambar Lampiran 6. Jamur *M. anisopliae* pada akar tanaman pakcoy umur 28 HSS di masing-masing perlakuan. a: perendaman benih pada 3 HSI; b: penyiraman tanah pada 3 HSI; c: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 3 HSI; d: perendaman benih pada 7 HSI; e: penyiraman tanah pada 7 HSI; f: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah pada 7 HSI



Gambar Lampiran 7. Tinggi tanaman pakcoy umur 14 HSS pada masing-masing perlakuan. a: perendaman benih dan penyiraman tanah dengan aquades, b: perendaman benih dalam isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml, c: penyiraman tanah dengan



isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml, d: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah dengan isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml



Gambar Lampiran 8. Tinggi tanaman pakcoy umur 21 HSS pada masing-masing perlakuan. a: perendaman benih dan penyiraman tanah dengan aquades, b: perendaman benih dalam isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml, c: penyiraman tanah dengan isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml, d: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah dengan isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml



Gambar Lampiran 9. Tinggi tanaman pakcoy umur 28 HSS pada masing-masing perlakuan. a: perendaman benih dan penyiraman tanah dengan aquades, b: perendaman benih dalam isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml, c: penyiraman tanah dengan isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml, d: kombinasi perendaman benih dan penyiraman tanah dengan isolat jamur *M. anisopliae*  $1 \times 10^8$  konidia/ml